



HORTICOLAS

Desarrollo epidemiológico de las virosis en la Comunidad Valenciana: el caso del “virus de la cuchara” del tomate

J. Serra, C. Ocon,
A. Jiménez, J. Arnau,
J. Malagón, J.L. Porcuna

SERVICIO DE SANIDAD VEGETAL



Aunque Pasteur desarrolló sus investigaciones en base a la concepción de que microbios específicos eran los agentes causantes de las enfermedades, la visión pasteuriana de la vida era fundamentalmente ecológica, ya que daba gran importancia a los factores ambientales para el desarrollo de la enfermedad. A pesar de que no tuvo tiempo para investigar estos aspectos ambientales, se interesó mucho por el medio externo e interno como causa de la enfermedad. Así escribía : “Si tuviese que emprender nuevamente mis estudios sobre las enfermedades de los gusanos de seda, - con los que realizó sus estudios sobre los gérmenes-, dirigiría mis esfuerzos a determinar las condiciones ambientales que aumentan su valor y resistencia”...

Durante mucho tiempo, y aún hoy en la actualidad, la patología vegetal se basó principalmente en el postulado que relaciona cada enfermedad con un agente causal. Hasta tal punto esta asociación es aceptada, que es costumbre entre los fitopatólogos, referirse a una enfermedad por el nombre científico del organismo causal. Sin embargo hoy, ya podemos incorporar a la patología, los conocimientos sobre fisiología vegetal, biología y ecología, ... y como consecuencia de ello sabemos que cada vez resulta mas raro, la existencia de asociaciones específicas y genuinas, entre una enfermedad y un agente patógeno, en el sentido, de que para que tal relación se manifieste, se necesita que confluyan muchas otras circunstancias, tan importantes o más para el desarrollo de la enfermedad que el propio agente patógeno.

INTRODUCCIÓN

EPIDEMIOLOGÍA DE LAS VIROSIS

Esta perspectiva puede sernos útil para entender la epidemiología de las virosis en el litoral mediterráneo, pero para abordar desde este punto de vista el análisis necesitamos una nueva definición de **enfermedad** en términos ecológicos, donde la unidad enferma no sea considerada la planta, sino la parcela, la zona o la unidad bioclimática, ya que ellas constituyen las verdaderas unidades elementales evolutivas. En consecuencia, las enfermedades viróticas aparecerían integradas en el propio proceso de equilibrio que regula nuestro agrosistema, como un instrumento esencial para la regulación del mismo. Esto significa, que no sería correcto referirse a un virus concreto, como la causa directa de una enfermedad, sino que más bien, habría que superar dicha concepción estática, en pro de una **dinámica**,

que valore el papel jugado por los demás factores del sistema, que han contribuido para posibilitar la aparición de la misma. Sería algo parecido, a considerar responsables exclusivos, en un partido de fútbol, al jugador que marca el gol y al portero que lo recibe.

Los problemas de virosis que actualmente están presentes en el litoral mediterráneo peninsular, sirven perfectamente para ilustrar estos conceptos, en el sentido de que nos encontramos en un agrosistema muy alterado y debilitado, tanto en lo referente a suelos, aguas, aire, como en la adaptación de las variedades utilizadas.



Foto 1. Planta de tomate afectada por el virus de la cuchara.



Foto 2. Detalle de afección de TYLCV en brote con flor

Consecuentemente, al estudiar los determinantes de la enfermedad como procesos dinámicos, debemos evaluarlos como procesos epidemiológicos, de los que se requerirá conocer entre otras cosas:

- N° de parcelas afectadas en la unidad bioclimática o zona
- Gravedad en las parcelas de dicha unidad
- Nivel de daño en la planta en particular

Desde hace varios años, desde el Servicio de Sanidad Vegetal y en colaboración con el CEAM (Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo), el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medio Ambientales y Tecnológicas) y la Universidad Politécnica de Valencia, se viene realizando un esfuerzo por entender y valorar la importancia de los factores ambientales en el desarrollo epidemiológico de las virosis, en el cual cada vez se

observa con más claridad que el desarrollo de éstas está mas ligado a factores externos a la explotación que a elementos propios.

FACTORES INFLUYENTES

En este sentido, podríamos reflexionar sobre el efecto que en nuestros suelos (desgraciadamente muy degradados) tiene la destrucción y pérdida del **complejo arcilloso húmico**, provocado por falta de materia orgánica en unos casos, y en otros por labores inadecuadas, con el consiguiente lavado y arrastre de arcillas, que dejan de estar presentes en los lugares en los que se producen las interacciones -patógeno/raíz-, y por lo tanto, dejan de jugar un papel importante en los posibles procesos de resistencias a hongos vasculares. En el caso de resistencias de suelos a **Fusarium oxysporum**, Stotzky (1963, 1966) y Alabouvette (1986) encontraron una significativa relación entre la presen-

cia de montmorillonitas en el suelo y la resistencia a la enfermedad.

Igualmente será necesario valorar la influencia negativa de las aportaciones de fosfatos sobre la presencia de micorrizas asociadas a las raíces, teniendo en cuenta el papel jugado por éstas para explorar mayor superficie de suelo y conseguir plantas mas equilibradas y por lo tanto más resistentes. Los últimos estudios realizados por el profesor V. Borrás han puesto en evidencia la ausencia casi total de micorrizas en los campos de cítricos y hortalizas de la Comunidad Valenciana

El **ambiente atmosférico** se muestra como otro importante factor epidemiológico. Este aporta mas del 95% de los constituyentes de la propia planta, y en la actualidad, está sometido a la presión de numerosos agentes que inciden sobre él, provocando alteraciones mucho mas rápidas que los procesos adaptativos de los seres vivos que habitan en él. En el caso particular de las hortalizas, donde la mayor parte de variedades son híbridos obtenidos lejos de nuestros ambientes, ni siquiera existe la posibilidad de desarrollar los mínimos procesos adaptativos.

En este sentido, el estudio del material vegetal de herbarios recolectados en los últimos doscientos años, permite observar como ha disminuido la densidad estomática entre un 20 y 30%, como consecuencia, entre otras causas, del incremento de CO₂ en mas de 80 ppm en los últimos años.

Este incremento ha venido acompañado de un aumento en la tasa fotosintética de las plantas, y en el crecimiento vegetal, lo que implicaría, siguiendo a J. Peñuelas, una demanda mayor de nutrientes como N y P. Estos aumentos son un incremento paralelo de las tasas de fijación simbiótica del primero, o un incremento de la eficiencia de las micorrizas en el caso del segundo. Si estos resultados

se confirman, en la medida que aumente el CO₂, las áreas de suelos moderadamente fértiles, podrían evolucionar a muy limitadas por nutrientes, y las fértiles iniciarían un declive evolutivo, que requeriría la aportación de mayores cantidades de elementos nutritivos.

Por otra parte, la presencia constante de concentraciones fitotóxicas de ozono han sido señaladas como causantes de la reducción del número de micorrizas en diversos tipos de pinos. También se ha observado cómo el número de raíces micorrizadas se reducía tras exposiciones a ozono, y en su lugar se desarrollaban hongos saprófitos, que producían daños en las raíces absorbentes (Parmeter et al., 1962; Miller, P.R. 1973a). Estos efectos en raíces micorrizadas, también fueron estudiados en raíces de plantones de cítricos (*Poncirus trifoliata* x *Citrus sinensis*) expuestas a ozono, observándose una reducción considerable de la micorrización que produjo una disminución en el crecimiento del propio plantón.

En definitiva, en ambos ambientes, suelo y aire, alterados por el hombre, va a desarrollarse la planta para constituir su propio espacio ... y si el primero va a suponer el soporte para la actividad de la mayor parte de los microorganismos, el segundo va a constituir el primer medio, cuantitativamente, del que extrae los elementos constituyentes de la planta, así como el suministro de las fuentes de energía.

Sin embargo, y desde el punto de vista agronómico, los análisis y diagnósticos simples han podido sobrevivir y permanecen aún con máxima vigencia sobre las visiones mas amplias e integradoras, y desde el punto de vista económico y social, la patología clásica ha resuelto numerosos problemas y aún hoy sigue haciéndolo, sin embargo, no es menos cierto que ese mismo simplismo analítico, ha generado indirectamente

numerosos problemas que habrán de abordarse en el futuro inmediato ya que la manifiesta inestabilidad de nuestros sistemas productivos así lo requiere.

Para la ciencia de hoy resulta verdaderamente curioso que aquéllas funciones de los organismos que no se prestan a una descripción reduccionista (o sea, aquéllas que representan las actividades integradoras del organismo y sus interacciones con el entorno), sean precisamente las que determinen la salud de los mismos.

EL DISEÑO DE SISTEMAS AGRARIOS DIVERSIFICADOS COMO ESTRATEGIA PARA LA ESTABILIZACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

La búsqueda de estrategias de diseño que consigan sistemas agrícolas autosustentables, de bajos insumos, diversificados y eficientes en el uso de la energía, constituye una preocupación importante entre agricultores y técnicos de todo el mundo. En la Comunidad Valenciana, la crisis sanitaria sostenida que manifiesta todo su sistema agrícola, desde los cítricos y frutales hasta las hortalizas, provoca cada vez más, tanto entre los agricul-

tores y técnicos como en la propia Administración, la necesidad de diseñar estrategias que ayuden a superar esta inestabilidad sanitaria en los cultivos, y en consecuencia, permita disminuir las necesidades crecientes de insumos químicos que requiere el mantenimiento de los mismos.

Una de las estrategias claves para la sustentabilidad de la agricultura, consiste en restaurar la diversidad agrícola del paisaje rural (Altieri, 1987). El incremento de la biodiversidad debe entenderse, tanto desde la óptica temporal, como desde la espacial. Temporalmente, la biodiversidad se incrementa con rotaciones y alternativas de cultivos, y espacialmente, mediante la utilización de cultivos de cubierta, no laboreo, sistemas de asociación de cultivos y utilización de forrajeros y abonos verdes. Técnicas que en un pasado reciente no eran ajenas en la realidad agrícola valenciana.

Esta **diversificación vegetal** no debe entenderse como una práctica destinada exclusivamente a incrementar el control de plagas, fomentando el control natural, por medio de los parásitos y depredadores, o a fre-

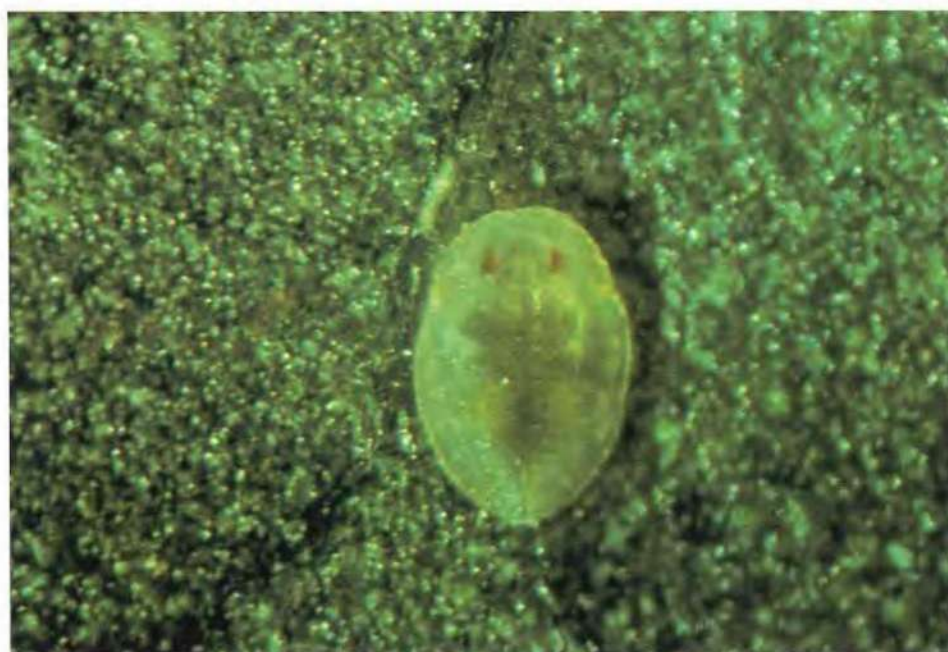


Foto 3. Larva de *Bemisia tabaci*, vector del virus.

nar las explosiones de insectos provocadas por procesos de trofobiosis (estado fisiológico de plantas desequilibradas que provoca un aumento en las poblaciones de insectos que se alimentan de ellas), sino que lleva implícito también un incremento del reciclaje de materiales vegetales, un aumento de la conservación del suelo, una estimulación de los procesos bióticos de éste, unos bajos costes energéticos y en consecuencia una menor dependencia de insumos externos.

las que deberán de hacer frente de una forma global a la crisis medioambiental de la cuenca mediterránea.

El desarrollo de programas de **producción integrada y agricultura ecológica**, dentro del marco teórico de la agroecología, se enmarca dentro de estas políticas y supone en consecuencia, una superación de los análisis y visiones unidimensionales o aditivas clásicas, propias de los grupos interdisciplinares, por otras visiones globales, elaboradas por especialistas

los propios modelos de manejo y producción que generaron los mismos problemas que ahora intentan resolver.

DESARROLLO EPIDEMIOLÓGICO DEL VIRUS DEL RIZADO AMARILLO (HOJA DE CUCHARA) DEL TOMATE (TYLCV)

El cultivo del tomate en la Comunidad Valenciana en los últimos años se ha visto gravemente afectado por enfermedades de tipo viral, como el virus del bronceado del tomate (TSWV), las distintas razas del mosaico del pepino (CMV) entre las que destaca el Carna 5, causando graves pérdidas económicas e, incluso, la imposibilidad del cultivo al aire libre en muchas zonas.

En otoño de 1992 en Murcia, Almería y de forma localizada en Canarias se detectó un nuevo virus en tomate, el Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV), llamado vulgarmente virus de la hoja de cuchara de tomate. Sin embargo, hasta 1996, no aparece con agresividad en Alicante y en Valencia.

Los daños ocasionados por este virus fueron muy importantes en el verano de 1996, especialmente en la zona productora de tomate situada alrededor de la ciudad de Alicante, habiendo remitido mucho su importancia durante este año, a pesar de que en otras zonas productoras cercanas, como las de Murcia, se ha comportado con una agresividad inusitada. Este cambio radical en el desarrollo epidemiológico probablemente se ha debido por una parte a la rápida detección del agente viral por los Servicios de Sanidad Vegetal y por otra a las drásticas medidas tomadas a nivel zonal, no dejando en los campos plantas afectadas y tratando especialmente en los primeros estadios de desarrollo del tomate, a su vector, la "mosca blanca". Esta actuación a nivel zonal se ha visto favorecida por las concentraciones de las parcelas en



Foto 4. Adulto de Bemisia tabaci.

En definitiva, lo que se pretende es conseguir en vez de rendimientos máximos, unos rendimientos sostenidos que optimen la capacidad productiva del sistema, mediante la utilización de técnicas que creen la menor dependencia exterior posible. Esto supone que la actividad agraria, no debería de orientarse a obtener exclusivamente los mayores rendimientos del sistema productivo, sino que el objetivo principal va a ser la optimización de la capacidad productiva del agrosistema.

Por lo tanto, serán las políticas y las acciones que estimulen el desarrollo de sistemas de producción sostenible,

que trabajen en grupo, a nivel agronómico, ecológico, cultural, educacional, social, etc., ... incorporando nuevos conceptos a los ya tradicionales. La definición de **umbrales ecológicos**, junto a los tradicionalmente utilizados; umbrales económicos y de tratamiento, deberá de ser uno de los objetivos prioritarios a desarrollar para alcanzar las condiciones de estabilidad de las parcelas.

En definitiva, la aplicación generalizada de estos programas, se enmarca desde una perspectiva histórica, dentro de las políticas que pretenden diseñar estrategias que, en sucesivas fases, supongan una superación de

manos de unas pocas empresas muy dotadas a nivel tecnológico y por la alta cualificación de los técnicos de las mismas, encargados de la detección, arranque y eliminación de las plantas atacadas.

Este virus, TYLCV, ocasiona importantes daños en cultivos de tomate de países de zonas tropicales y subtropicales, habiéndose descrito en la cuenca del Mediterráneo (Egipto, Líbano, Chipre, Turquía, Israel, Túnez, Italia), Asia (Arabia Saudí, Jordania, India, Taiwan, Tailandia, Japón), Africa (Nigeria, Senegal, Somalia, Sudán, Cabo Verde, Malí), Latinoamérica (República Dominicana, Jamaica).

Se sabe que la raza o aislado que tenemos en España es similar a los aislados procedentes de Sicilia y Cerdeña, pero algo diferentes al de Israel y Egipto, y muy separado de otros aislados de este mismo virus procedentes de otras partes del mundo, presentando sin embargo similares síntomas en las plantas.

SINTOMATOLOGÍA

Los síntomas en tomate son variados, dependiendo de muchos factores: variedad, condiciones ambientales, época, estado fenológico de la planta, etc. Se caracteriza por tener los folíolos enrollados hacia el haz (en forma de cuchara) tomando en ocasiones tonos cloróticos, verde claro o amarillento, pudiendo aparecer ciertos tintes violáceos por el envés. Las plantas paralizan su crecimiento, pudiéndose observar una reducción del tamaño de las hojas y de las distancias entre nudos, lo que en la zona de la copa suele dar un aspecto arrellado a los brotes. El peciolo de la hoja puede aparecer enrollado. Puede haber abscisión de flores, falta de cuajado y los frutos pueden resultar más pequeños y de color más pálido.



Foto 5. Detalle de hojas de tomate virosadas.

TRANSMISIÓN

El virus es transmitido por la mosca blanca *Bemisia tabaci* Genn. de forma persistente circulativa al alimentarse de los jugos del floema donde se encuentra localizado el virus de la planta enferma. En general no se transmite por inoculación mecánica y no ha sido demostrada la transmisión por semilla.

Para que *Bemisia tabaci* sea capaz de transmitir el virus, primero tiene que adquirirlo en fase tanto de larva como de adulto de una planta enferma. **Sólo los adultos son capaces de transmitirlo alimentándose sobre éstas y picando posteriormente a otras plantas sanas.** Además, las partículas virales no pasan a la descendencia, por lo que ésta debe adquirirlo nuevamente para transmitirlo. Por lo tanto, para que haya expansión de la enfermedad, es imprescindible la presencia de fuentes de inóculo (plantas enfermas) y el vector (*B. tabaci*).

Existen diversos biotipos de *B. tabaci*, aunque no todos ellos muestran la misma habilidad como transmisores.

B. tabaci causa dos tipos de daños:

a) **Directos:** al alimentarse, succiona savia e inyecta la saliva que resulta tóxica para el desarrollo de algunos órganos de la planta, debilitándola. Los adultos y larvas provocan secreciones cerasas y azucaradas, en hojas y frutos, desarrollándose la “negrilla”, reduciendo la capacidad clorofílica y alterando el valor comercial de las cosechas.

b) **Indirectos:** tiene capacidad y habilidad para transmitir enfermedades viróticas unos 60 virus vegetales pertenecientes a los grupos **geminivirus** y **closterovirus**, afectando a diferentes cultivos, por lo que habrá que tenerla muy en cuenta en la introducción de virosis en nuestro país.

PLANTAS HUÉSPEDES

La lista de huéspedes es muy restringida. Afecta a tomate, aunque también se citan como huéspedes algunas plantas silvestres como: *Datura stramonium* L., *Malva pavi-flora* L., *Solanum nigrum* L. y *Cynanchum acutum* L.

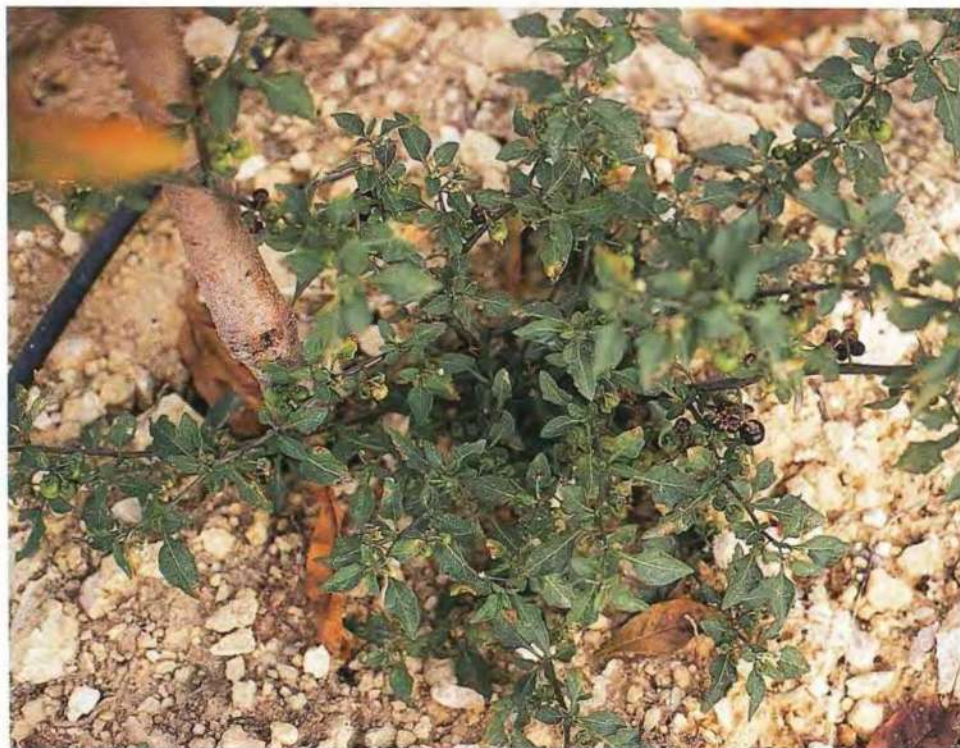


Foto 6. Planta huésped, *Solanum nigrum*.

MEDIDAS DE CONTROL

Una de las fases fundamentales del control del TYLC es la correcta detección y diagnóstico del mismo para poder aplicar las medidas de control.

Estas medidas van dirigidas a tres frentes:

- a) Control del vector.
- b) Control de las fuentes de inóculo.
- c) Buscar variedades resistentes o tolerantes al virus.

Las medidas que se van a citar a continuación, solo tienen sentido y eficacia, cuando son adoptadas por el conjunto de agricultores de las zonas de riesgo (de poco sirven las actuaciones individuales, salvo en plantaciones en invernaderos).

En la Comunidad Valenciana, las zonas de riesgo son aquellas en las que se cultiva tomate, principalmente las más cercanas a Murcia, habiendo detectado el virus en los términos municipales de Alicante, Elche, El Campello, San Juan y Muchamiel, causando graves daños en 1996.

Las medidas que se creen más correctas son las siguientes:

- 1) Mantener limpios los márgenes de aquellas hierbas con capacidad de retener e infestar el virus. También se deben de eliminar los restos de cultivos virosados, etc..., ya que pueden

actuar como reservorios del vector y del virus.

2) Utilizar planta certificada, procedente de semilleros autorizados, ya que están sometidos a intensos controles y exigencias en cuanto a estructuras y condiciones de producción de la planta, lo que hace difícil su contaminación en esta fase.

3) Eliminar periódicamente las plantas afectadas por el virus, preferentemente después de un tratamiento con un adulticida sobre *B. tabaci*. Estas plantas deben ser inmediatamente quemadas, enterradas o almacenadas bajo plástico durante unos días.

Las plantaciones muy afectadas deberían ser totalmente eliminadas, utilizando para ello, previo a su arranque, un tratamiento herbicida de contacto más un adulticida de *B. tabaci* para evitar diseminación. Es fundamental realizar estas eliminaciones en los momentos de máximo riesgo de transmisión (verano - principios de otoño) y a finales de primavera en plantaciones avanzadas, antes de que comiencen a subir los niveles de *B. tabaci*, para intentar romper el ciclo y comenzar las nuevas planta-



Foto 7. Planta huésped, *Solanum nigrum*, detalle de la misma.



Foto 8. Planta huésped, *Malva paviflora*.

ciones de verano - otoño con los mínimos riesgos.

4) Mantener una correcta sanidad en los cultivos hasta su total levantamiento.

5) En invernadero, mantener un buen cerramiento mediante la colocación de mallas adecuadas (no se recomiendan densidades superiores a 10 x 10 debido a los problemas colaterales que puede ocasionar las dificultades de ventilación) en las zonas de ventilación lateral, reparación de plásticos y una doble puerta que dificulte el paso del vector desde el exterior. En estas condiciones son recomendables las aperturas cenitales para forzar la ventilación. En plantaciones al aire libre instalar cortavientos de malla en las direcciones de viento predominantes que dificulten el aterrizaje de los vectores dentro de la plantación. La colocación de placas amarillas cerca de las ventanas de los invernaderos y en las calles al aire libre, nos indicarán la presencia del vector, la cantidad de población del mismo que nos dará una idea del momento de realizar un tratamiento.

6) El control químico de *B. tabaci* es muy importante en las plantacio-

nes jóvenes, ya que una vez alcanzada la floración las posibilidades de desarrollar el virus por parte de la planta son mucho menores. Para ello se van a utilizar tratamientos específicos que incluirán aplicaciones en goteo de *imidacloprid* (solo en plantaciones jóvenes) alternados con aplicaciones foliares de insecticidas larvicidas y adulticidas, mojando bien el envés de las hojas (incluso medias ó bajas) donde pueden localizarse los diferentes estados biológicos del vector.

7) Impedir el solapamiento de cultivos, plantaciones muy avanzadas de tomate que persisten cuando se inician las nuevas plantaciones y cultivos como melón, pepino o pimiento.

8) Evitar realizar las plantaciones de tomate en épocas de riesgo (verano - otoño) debido a que las plantas jóvenes son muy sensibles al virus, las poblaciones de *B. tabaci* son elevadas, las condiciones ambientales son favorables para que se multiplique bien el virus en el interior de la planta, por lo que el cultivo tiene que llegar en estas épocas lo más avanzado posible, pues una planta adulta es más resistente al virus.

9) Realizar un abonado equilibrado, aportando materia orgánica al suelo ya que un exceso de nitrógeno hace más sensible la planta a las virosis.

10) La utilización de variedades resistentes puede ser la solución más idónea al problema planteado, en el momento que éstas sean comercializadas.

BIBLIOGRAFÍA

- JORDÁ, C. (1993). Una nueva enfermedad en tomate: el TYLCV. *Agrícola Vergel*. Enero 13-15.
- JORDÁ, C. (1996). Aspectos generales de tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) y los geminivirus. *Jornadas Técnicas sobre el virus del rizado amarillo (hoja en cuchara) del tomate (TYLCV) y su vector Bemisia tabaci*. Consellería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia. 13 - 18.
- DELGADO, A.M. (1996). El virus del rizado amarillo del tomate (TYLCV) en la región de Murcia: aspectos generales para su control. *Jornadas Técnicas sobre el virus del rizado amarillo (hoja en cuchara) del tomate (TYLCV) y su vector Bemisia tabaci*. Consellería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia. 67 - 70.
- NUCIFORA, S. (1994). Mallas antiviral para la defensa del cultivo del tomate protegido contra *Bemisia tabaci*; vector del TYLCV. *Phytoma España*. 57, 40 - 48.